

**Ground compacting by cutter arm with tools on endless cutter chain**

Publication number: DE19542031

Publication date: 1996-07-25

Inventor: SCHOENBERGER HELMUT (DE)

Applicant: SIDLA & SCHOENBERGER ERDBAUGES (DE)

Classification:

- International: E01B2/00; E02D3/12; E02D5/18; E02D17/13;  
E02F3/10; E02F3/14; E02F9/16; E01B2/00; E02D3/00;  
E02D5/18; E02D17/00; E02F3/08; E02F9/16; (IPC1-7):  
E02D3/12

- european: E01B2/00C; E02D3/12; E02D5/18; E02D17/13;  
E02F3/10; E02F3/14G; E02F9/16

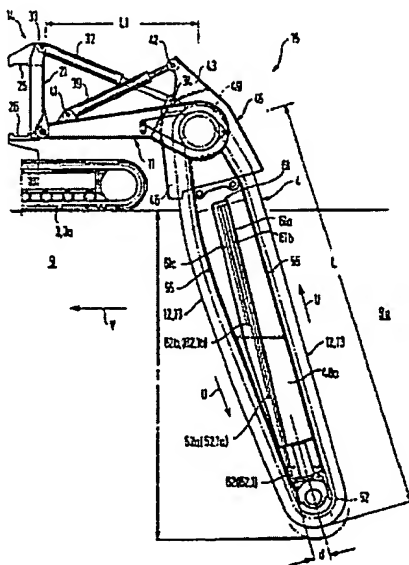
Application number: DE19951042031 19951110

Priority number(s): DE19951042031 19951110; DE19944440388 19941111;  
DE19951049807 19951110

Report a data error here

**Abstract of DE19542031**

A compacting machine has a cutter arm (4), on which are fitted cutters (13) on an endless chain (12), which are driven in a circulating manner. A feed line (61) supplies a ground compacting agent into the region of the circulating cutters. It is mixed with the cut soil such that the mixt. remains behind the cutter arm. The compacting agent is inserted in the region of the cutter arm lower half, or into the arm lower section, into the space bounded by the circulating cutters. Pref. a liq. or pasty compacting agent is used to form a dense mixt.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 42 031 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**E 02 D 3/12**

②1 Aktenzeichen: 195 42 031.4  
②2 Anmeldetag: 10. 11. 95  
④3 Offenlegungstag: 25. 7. 96

DE 195 42 031 A 1

③1 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
11.11.94 DE 44 40 388.7

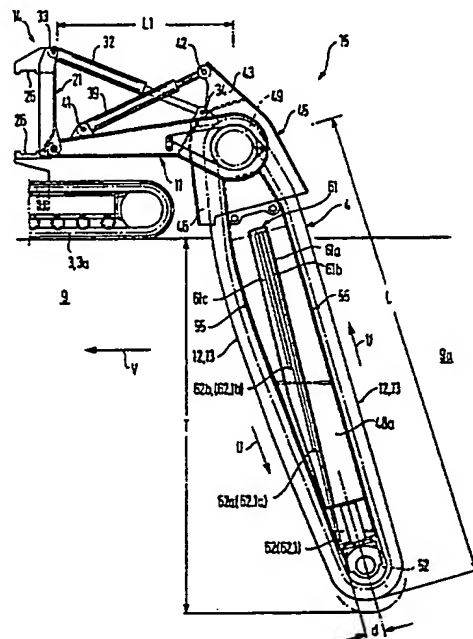
⑦1 Anmelder:  
Sidla & Schönberger Erdbaugesellschaft mbH,  
94508 Schöllnach, DE

⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte Mitscherlich & Partner, 80331  
München

⑦2 Erfinder:  
Schönberger, Helmut, 94508 Schöllnach, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Bodenverfestigung

⑤7 Bei einem Verfahren zur Bodenverfestigung unter Verwendung einer sich in einer Arbeitsrichtung (V) vorbewegbaren Vorrichtung (1) mit einem Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) an einer endlosen Fräskette (12) befestigt sind, die in der Längsrichtung des Fräsarms (4) umlaufend antreibbar ist, bei dem mittels einer Zuführungsleitung (61) ein Bodenverfestigungsmittel in den Bereich der umlaufenden Fräswerkzeuge (13) zugeführt und mit dem abgelösten Boden zu einem hinter dem Fräsarm (4) verbleibenden Gemisch vermischt wird, wird das Verfestigungsmittel im Bereich der unteren Hälfte des Fräsarms (4) oder im unteren Bereich des Fräsarms (4) in dem von den umlaufenden Fräswerkzeugen (13) umgrenzten Raum (63a, 63b) eingeführt.



DE 195 42 031 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder 13.

Es gibt verschiedene Ursachen, die eine Bodenverfestigung erforderlich machen. Zum einen ist dies bei rutschgefährdeten Hängen der Fall, wo der Boden im Bereich des Hanges so verfestigt werden soll, daß ein Abrutschen oder eine Bodenbewegung verhindert ist. Zum anderen sind Bodenverfestigungen auch in nicht rutschgefährdeten Gebieten erforderlich, z. B. dann, wenn ein setzungsbereiter Boden bebaut werden soll, wie es z. B. bei der Fahrbahn einer Autobahn oder einer Eisenbahnstrecke der Fall ist.

Eine bekannte Maßnahme zur Bodenverfestigung besteht darin, durch in Abständen voneinander in den Boden eingeführte Lanzen ein Bodenverfestigungsmittel unter Druck einzuführen, das in den Boden und in die zu verfestigende Schicht eindringt und im Zuge der Aushärtung verfestigt. Mit dieser Injektionstechnik werden an sich gute Erfolge erzielt, jedoch ist sie unzureichend, weil die unter Druck injizierten Injektionsstoffe in die Gebiete des Bodens ausweichen, in denen der Strömungswiderstand gering ist. Dies hat zur Folge, daß bestimmte verfestigte und zusammenhängende Teile des Bodens nicht von der Injektionsmasse durchdrungen werden. Diese zunächst harten und festen Teile des Bodens können aber im Laufe der Zeit in Folge von Erosionsvorgängen durch Eindringen von Wasser oder auch durch biologische Einwirkungen (Humussäuren) so ihre Festigkeit verlieren und instabil werden. Diese nicht von dem Injektionsmaterial durchdrungenen Bereiche erweisen sich damit langfristig als Gefahrenquellen.

Ein Verfahren der eingangs angegebenen Art ist in der DE 31 27 350 C2 beschrieben. Hierbei handelt es sich um das sogenannte Baumischverfahren (mixed-in-place), das in den deutschen Fachzeitschriften "Beton" 1/78, auf Seite 20 und 21 und "Tiefbau" 6/68, auf Seite 419 und 420 sowie in dem Fachbuch "Der neuzeitliche Straßenbau", Springer-Verlag, 4. neubearbeitete Auflage, auf Seite 353 beschrieben ist.

Bei diesem bekannten Baumischverfahren wird der zur Verfestigung vorgesehene Boden mittels eines darüberführenden Gerätes aufgerissen, zerkrümelt und an Ort und Stelle mit Zement und ggf. Wasser gemischt.

Dieses bekannte Verfahren ist sehr arbeits- und energieaufwendig, weil beim Aufreißen und Zerkrümeln des Bodens und beim gleichzeitigen Vermischen mit Zement ein großer Bodenwiderstand überwunden werden muß und somit ein hoher Leistungsverbrauch gegeben ist. Außerdem ist das bekannte Verfahren für tiefere Bodenbereiche nicht geeignet, weil ein Aufreißen und Zerkrümeln sowie auch Vermischen in tieferen Bodenbereichen kaum möglich ist.

Ein anderes bekanntes Verfahren zur Bodenbefestigung ist das sogenannte Zentralmischverfahren (mixed-in-plant). Bei diesem bekannten Verfahren wird der Boden mit dem Zement und dem erforderlichen Wasser in einer stationären Mischanlage gemischt. Hierzu ist es erforderlich, den Boden auszuheben, zur neben dem Bereich des zu verfestigenden Bodens angeordneten Mischanlage zu transportieren und wieder zurückzutransportieren.

Ein dem Zentralmischverfahren ähnliches Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung sind in der DE 31 27 350 C2 als Ausführungsbeispiel beschrieben.

Bei diesem bekannten Maßnahmen wird der Boden mit einem Bagger ausgehoben, und neben dem Bodenbereich, der zu verfestigen ist, abgelegt. Der Aushub wird mit einem Flüssigzement besprüht, der in einem Tankwagen an die Baustelle herangefahren wird. Daneben wird der Aushub mit der Schaufel des Baggers zerdrückt oder zerstampft, so daß einzelne feste Bestandteile des Aushubes zerfallen und die Zementflüssigkeit den Aushub in vollem Umfang durchtränkt. Das so durchtränkte ausgehobene Bodenmaterial wird anschließend mit dem Bagger wieder in die Baugrube eingefüllt, um darin einen festen Boden zu bilden.

Auch das Zentralmischverfahren und das vorbeschriebene weitere Verfahren sind aufwendig, da der ausgehobene Boden über eine beträchtlich weite Strecke gefördert, gemischt und wieder rückgeführt werden muß. Hierdurch ist auch ein großer Raumbedarf erforderlich, der nicht immer vorhanden ist. Außerdem ist durch die Anordnung der Mischplätze eine große Baustelle gegeben, wodurch die Umgebung beeinträchtigt wird, weil die Mischplätze zumindest die nahe Umgebung des Bereichs, in dem der Boden zu verfestigen ist, verunstalten und deshalb eine Sanierung der nahen Umgebung erforderlich ist. Folglich sind auch die Kosten dieser bekannten Verfahren beträchtlich hoch.

In der DE-A-7 31 945 ist eine Vorrichtung zur Bodenverfestigung beschrieben, die eine Grabenfräse mit einem in den Boden hineinragenden Fräsarm und mit an einer am Fräsarm umlaufend gelagerten Kette angeordneten Schaufeln aufweist, mit denen der Boden ausgehoben und seitlich abgeführt wird. Bezüglich der Vortriebsrichtung befindet sich hinter dem Fräsarm der ausgehobene Graben, der durch seitliche mit dem Fräsarm vorbewegbare Ausbauschilde gegen seitlich einbrechenden Boden ausgebaut ist. In einem Abstand hinter dem Fräsarm wird der Graben mit Beton verfüllt, der mittels einer Zuführungsvorrichtung zugeführt wird. Diese bekannte Vorrichtung ist unter anderem wegen der Anordnung der Ausbauschilde teuer und aufwendig in der Herstellung und zum anderen bedarf es aufgrund der Reibung zwischen den Ausbauschilden und dem damit gestützten Boden einer verhältnismäßig großen Vortriebskraft, wodurch auch ein großer Energieaufwand vorgegeben ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß trotz des Vorhandenseins der Ausbauschilde Setzungen des Bodens kaum völlig verhindert werden können, weil beim Ziehen der Ausbauschilde der Boden sich in den Freiraum der gezogenen Ausbauschilde entspannen kann. Da diese Vorrichtung dazu eingerichtet ist, den ausgehobenen Boden abzutransportieren und den Graben mit Beton zu verfüllen, ist auch ein beträchtlicher Boden- und Verfüllmassen-Transport vorgegeben, was ebenfalls aufwendig und zeitraubend ist. Diese bekannte Vorrichtung und die damit verbundene Verfahrensweise sind deshalb unwirtschaftlich.

In der DE-A-19 02 138 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Untergrundbauten beschrieben, insbesondere von wasserdichten Dichtungsschürzen sowie Fundamenten und Wänden. Bei diesem Stand der Technik wird mittels einer Grabenfräse mit einem Kettenausleger das bei der Ausführung des schmalen Grabens gelöste Bodenmaterial mit einer Tonwasser- oder Zementwassersuspension vermischt und der so hergestellte flüssige Dichtungsstoff im Graben wieder abgelagert, was durch Spülen erfolgt. Diese Maßnahmen erfolgen unterhalb eines Spiegels der Tonwasser-Zementsuspension, aus der sich die Bodenbestandteile hinter dem Fräsarm nach unten absetzen. Die

Zuführung der Suspension erfolgt gemäß Fig. 1 dieser Druckschrift mittels zwei Zuführungsrohren, die beim Ausführungsbeispiel im oberen Endbereich des Fräsarms in den Bewegungsbereich von Schaufeln münden, die mit einer Kette umlaufend am Fräsarm gelagert sind. Dabei befindet sich das frontseitig angeordnete Zuführungsrohr in einem sich in der Vortriebssebene des Fräsarms erstreckenden niedrigen Graben. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel, bei dem die Frässhaufln an der Vortriebsseite des Fräsarms von oben nach unten umlaufen, befindet sich ein Zuführungsrohr rückseitig vom Fräsarm im vorhandenen Graben, das sich bis in den unteren Bereich des Grabens erstreckt. Auch bei diesen bekannten Maßnahmen besteht die Gefahr beträchtlicher Setzungen, da der hinter dem Fräsarm vorhandene Grabenabschnitt nur mit der Suspension gefüllt ist, die kaum in der Lage ist, die Seitenwände des Grabenabschnitts ausreichend zu stützen. Im weiteren ist bei diesem Stand der Technik die Leistungsfähigkeit bzw. Vortriebsgeschwindigkeit der Vorrichtung von der Absetzgeschwindigkeit des Bodens aus der Suspension abhängig, da dann, wenn die Vortriebsgeschwindigkeit größer ist als die Absetzgeschwindigkeit, die Länge des hinter dem Fräsarm vorhandenen freien Grabenabschnitts immer größer wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs angegebenen Arten so weiterzubilden, daß bei Gewährleistung einer guten Vermischung des Bodens mit dem Verfestigungsmittel sowie einer befriedigenden Leistung Setzungen weitgehend vermieden sind.

Diese Aufgabe wird durch die Merkinale des Anspruchs 1 oder 13 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird das Bodenverfestigungsmittel zum einen im unteren Bereich des Fräsarms und zum anderen in den von den umlaufenden Fräswerkzeugen umgrenzten Raum eingeführt. In diesem Raum kann das Bodenverfestigungsmittel intensiv mit dem von den Fräswerkzeugen abgelösten Boden vermischt werden. Dies ist dadurch vorgegeben, daß in diesem Raum die Umwälzung des abgelösten Bodens stattfindet und die Vermischung sich dabei intensiv und außerdem in einfacher Weise vollzieht. Dabei erstreckt sich die Vermischung zumindest bei einem Fräsarm geringerer Länge über die gesamte Eintauchtiefe des Fräsarms, so daß trotz der Einführung des Bodenverfestigungsmittels nur im Bereich der unteren Hälfte oder im unteren Bereich des Fräsarms der abgelöste Boden im Bereich der gesamten Eintauchtiefe gut durchmischt wird. Das eingeführte Bodenverfestigungsmittel kann sich nämlich ausgehend vom zugehörigen Zuführungs-Auslaß nach oben und unten auf akzeptable Streckenlängen verteilen, was zur guten Vermischung beiträgt.

In dem Fall, in dem größere Fräsarmlängen vorgegeben sind, ist es vorteilhaft, mehrere Auslaßöffnungen für das Bodenverfestigungsmittel im Bereich der Eintauchtiefe verteilt anzuordnen. Bei einer Eintauchtiefe von etwa 6 m ist es vorteilhaft, zwei, drei oder mehrere Auslaßöffnungen im Eintauchbereich übereinander vorzusehen, wobei die oberste Eintauchöffnung einen beträchtlichen Abstand von der Bodenoberfläche aufweisen kann, da die Vermischung im Bereich des von den umlaufenden Fräswerkzeugen begrenzten Raumes gut ist.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung verläßt das in dem von den umlaufenden Fräswerkzeugen begrenzten Raum oder Räumen des Fräsarms befindliche Gemisch den Fräsarm während des Vortriebs nach hin-

ten. Es befindet sich hinter dem Fräsarms kein Grabenfreiraum, wie es bei den bekannten Ausgestaltungen der Fall ist. Deshalb sind die bezüglich des Fräsarms seitlich benachbarten Wände des Bodens durch den vermischten Boden gestützt und zwar im Bereich des von den umlaufenden Fräswerkzeugen begrenzten Raumes durch die darin befindliche Gemischsäule und hinter dem Fräsarm durch die beim Vortrieb nach hinten austretende Gemischsäule. Der von dem wenigstens einen Holm des Fräsarms beim Vortrieb freigegebene Hohlraum wird durch einsackendes Gemisch ausgefüllt, so daß auch hier den Bodenseitenwänden eine gute Abstützung geboten wird. Da dieser vorgenannte Hohlraum sich unmittelbar hinter dem Fräsarm und dem Bewegungsbereich der Fräswerkzeuge befindet, findet dieses Einsacken der Säule der Gemischsäule Bodens forciert statt.

Es ist im weiteren vorteilhaft, bei Zuführung eines flüssigen Bodenverfestigungsmittels dieses in einer solchen Menge zuzuführen, daß der vermischte Boden die Konsistenz eines etwa dickflüssigen oder steifen Breis hat, wodurch die seitliche Abstützung der Bodenwände weiter verbessert wird.

Anzustreben ist eine solche Konsistenz des Gemisches, daß das Gemisch hinter dem Fräsarm direkt oder nach einer kurzen Zeit von wenigen Minuten, z. B. fünf Minuten, von einer Person begangen werden kann, ohne in bedeutendem Maße einzusacken.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich und vorteilhaft, ein trockenes, z. B. ein granuliertes oder puderförmiges Bodenverfestigungsmittel zuzuführen. Diese Maßnahme führt zu einer Konsistenz des im von den umlaufenden Fräswerkzeugen umgrenzten Raum und auch dahinter befindlichen Gemisches, die als erdfeucht zu bezeichnen ist, da die im Boden vorhandene Feuchte oder im Boden vorhandenes Porenwasser oder ggf. vorhandenes Grundwasser für das Gemisch ausgenutzt werden können. Auch bei dieser Maßnahme ist die Abstützung der Seitenwände des Bodens sehr gut.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Anspruch 13 ermöglicht die Durchführung des Verfahrens und zeichnet sich durch eine einfache, kostengünstig herstellbare und sicher funktionierende Ausgestaltung aus, mit der die vorbeschriebenen Vorteile ebenfalls erreichbar sind.

Im weiteren bezieht sich die Erfindung auf ein vorteilhaftes Verfahren, einen Boden in mehreren, nebeneinander angeordneten Vortriebsreihen zu verbessern. Diese Maßnahmen eignen sich insbesondere für eine Bodenverfestigung sowohl von streifenförmigen oder blockförmigen Bodenteilen als auch von unterirdischen setzungsbereiten Schichten, und sie eignen sich somit vorzüglich für die Sanierung bzw. Gründung von Fahrstrecken für Straßen und Bahnstrecken. Außerdem eignen sich diese Maßnahmen für Block- oder Streifenfundamente.

Im weiteren läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sehr vorteilhaft zur Sicherung einer Baugrubenböschung einsetzen, und zwar dadurch, daß ein verfestigter Bodenstreifen diese Sicherung bildet, wobei innerhalb dieses verfestigten Bodenstreifens die Baugrube ausgehoben werden kann.

Ein weiterer vorteilhafter Anwendungsfall besteht in der Sanierung von Deichen oder Dämmen durch die Anbringung einer Dichtungsschürze in Form eines verfestigten Bodenstreifens, der je nach dem Materialaufbau des Deiches bzw. Dammes innen, mittig oder außen

angelegt und auch eine beträchtliche Tiefe aufweisen kann. Diese Maßnahmen eignen sich sowohl zur Stabilisierung des Deiches bzw. Dammes als auch zu seiner Abdichtung. Deshalb eignet sich die Erfindung auch als Maßnahme zur Beseitigung von Hochwassergefahren.

In den Unteransprüchen sind Merkmale enthalten, die das Verfahren und die Bauweise verbessern und insbesondere eine kleine, stabile Bauweise großer Eintauchtiefe in den Boden ermöglichen und den Vortrieb im Boden erleichtern, die die Durchmischung des Bodens verbessern, und die eine seitliche Einstellung des Arbeitsbereichs der Vorrichtung ermöglichen sowie deren Steuerbarkeit und Richtungssteuerung verbessern.

Im Rahmen der Erfindung stellen in den übrigen Ansprüchen enthaltene diverse Ausgestaltungen unabhängige und somit selbständige Erfindungsmerkmale dar, siehe Ansprüche 23, 24, 25, 29, 31 und 42.

Nachfolgend werden die Erfindung und weitere durch sie erzielbare Vorteile anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bodenverfestigung in der Seitenansicht;

Fig. 2 die Vorrichtung in der Draufsicht;

Fig. 3 einen Fräsarm der Vorrichtung in der Arbeitsstellung in der Seitenansicht und in etwas vergrößerter Darstellung;

Fig. 4 die in Fig. 1 mit X gekennzeichnete Einzelheit in vergrößerter Darstellung;

Fig. 5 die in Fig. 1 mit Y gekennzeichnete Einzelheit in vergrößerter Darstellung;

Fig. 6 eine der Fig. 2 entsprechende Ansicht einer abgewandelten Vorrichtung für geringere Eintauchtiefen;

Fig. 7 ein an einer Fräskette befestigtes Fräswerkzeug in der Seitenansicht;

Fig. 8 ein abgewandeltes Fräswerkzeug bei einem vertikalen Längsschnitt der Fräskette;

Fig. 9 die Fräswerkzeuge nach Fig. 7 und 8 in der Draufsicht;

Fig. 10 verschiedene Ausführungen von Fräswerkzeugen im Teilschnitt X-X in Fig. 7.

Fig. 11 den Teilschnitt XI-XI in Fig. 8.

Fig. 12 die Vorrichtung in vereinfachter Darstellung bei einer Sanierung einer Fahrbahn oder Bahnstrecke in der Draufsicht;

Fig. 13 die Fahrbahn oder Bahnstrecke mit Sanierungsmerkmalen im vertikalen Schnitt.

Die Hauptteile der allgemein mit 1 bezeichneten Vorrichtung zur Bodenverbesserung sind ein Fahrgestell 2 mit jeweils wenigstens zwei seitlichen Rädern oder zwei seitlichen Fahrkettenanordnungen 3 mit umlaufenden Fahrketten 3a, ein Fräsarm 4, der durch eine Gelenkanordnung 5 an seinem hinteren Ende mit dem vorderen Endbereich eines Aufbaus 6 des Fahrgestells 2 vertikal schwenkbar verbunden ist, eine Zuführungseinrichtung 7 für ein Boden-Verfestigungsmittel und ein am Fahrgestell 2, insbesondere am Aufbau 6 angeordneter Steuerplatz 8, der bei der vorliegenden Ausgestaltung am hinteren Ende des Aufbaus 6 angeordnet ist.

Das Bodenverfestigungsmittel wird der Zuführungseinrichtung 7 im wesentlichen einsatzfertig vorbereitet zugeführt, z. B. mittels einer Zubereitungs- oder Mischvorrichtung für das Boden-Verfestigungsmittel, die sich auf dem Aufbau 6 oder auch neben der Vorrichtung 1 als ein von dieser getrennt angeordnetes und vorbewegtes Aggregat befinden kann.

Die Länge L des Fräsarms 4 ist etwas größer bemessen als die gewünschte Tiefe T, bis zu der der Boden 9

verfestigt werden soll. Die wirksame Breite b des Fräsarms 4 ist geringer bemessen als die Breite B der Vorrichtung 1 bzw. des Fahrgestells 2, jedoch ist es auch möglich, daß die Breite b der Breite B etwa entsprechen kann. Bei der vorliegenden Ausgestaltung beträgt die Breite b etwa ein Drittel der Breite B.

Der Fräsarm 4 ist mittels eines Doppelgelenks und eines Hilfsarms 11 vertikal schwenkbar am Aufbau 6 gelagert. Im Gegensatz zum Fräsarm 4, um den auf dessen etwa gesamter Länge eine oder zwei nebeneinander angeordnete Fräsketten 12 mit daran in Abständen befestigten Fräswerkzeugen 13 umlaufend antreibbar gelagert sein können, dient der Hilfsarm 11 lediglich der Halterung des Fräsarms 4 im Sinne eines Kniehebels und der Überbrückung eines nach vorne gerichteten Abstands a des Aufbaus 6 vom hinteren Ende der Fahrkettenanordnungen 3. Deshalb ist die Länge L<sub>1</sub> des Hilfsarms 11 etwas größer bemessen als der Abstand a. Die Fräsarmhalterung 14 zur Halterung der allgemein mit 15 bezeichneten, durch den Hilfsarm 11 und den Fräsarm 4 gebildeten Fräsarmvorrichtung ist lösbar und austauschbar am Aufbau 6 befestigt, so daß Fräsarmvorrichtungen 15 unterschiedlicher Länge L und/oder Breite b wahlweise anbaubar sind, von denen eine oder mehrere Fräsarmvorrichtungen 15 zur Vorrichtung 1 gehören können.

Bei der vorliegenden Ausgestaltung ist die Fräsarmvorrichtung 15 durch eine Einstellvorrichtung 16 seitlich bzw. quer horizontal verstellbar und in der jeweiligen Verstellposition feststellbar am Aufbau 6 angeordnet. Eine solche Ausgestaltung ermöglicht es grundsätzlich, die Fräsarmvorrichtung 15 seitlich einzustellen und zu positionieren, z. B. in Anpassung an einen durch einen vorherigen Arbeitsgang verfestigten Bodenstreifen. Bei der vorliegenden Ausgestaltung, bei der der Fräsarm 4 schmaler bemessen ist als die Breite B der Vorrichtung 1 ist es darüber hinaus möglich, die Position der Fräsarmvorrichtung 15 im Bereich der Breite B einzustellen. Der seitliche Verstellbereich für die Fräsarmvorrichtung 15 kann so groß bemessen sein, daß der Fräsarm 4 in der seitlichen Verstell-Endstellung mit der zugehörigen Seitenfläche der Vorrichtung 1 fluchtet, diese überragt, oder von deren Flucht einen nach innen gerichteten Abstand aufweist. Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, die Fräsarmvorrichtung 15 einseitig oder beidseitig verstellbar und feststellbar anzuordnen.

Die Einstellvorrichtung 16 weist eine horizontale Querführung 17 auf, in der die Fräsarmhalterung 14 der Fräsarmvorrichtung 15 horizontal verstellbar und in der eingestellten Verstellposition feststellbar ist. Zum Verstellen und zum Feststellen dient ein parallel zur Querführung 17 angeordneter Hydraulikzylinder 18, der an seinem einen Ende in einem Gelenk 18a mittelbar oder unmittelbar am Aufbau 6 abgestützt ist und mit seinem anderen Ende in einem Gelenk 18b an der Fräsarmhalterung 14 angreift und durch hydraulische Beaufschlagung wahlweise aus- und einfahrbar ist. Die Querführung 17 weist zwei, einen vertikalen Abstand b voneinander aufweisende Führungsquerstangen 19 auf, die von einem Führungsschlitten 21 über- und hintergriffen sind, der vorzugsweise Teil der Fräsarmhalterung 14 ist, wobei die Führungsquerstangen 19 an der Vorderseite des Aufbaus 6 befestigt sind, vorzugsweise durch vertikal angeordnete Befestigungsplatten 22, 23. Bei der vorliegenden Ausgestaltung weisen die Führungsquerstangen 19 einen viereckigen, insbesondere rechteckigen Querschnitt auf. Der Führungsschlitten 21 ist U-förmig geformt mit einem Schlittenbasisteil 24, von dessen oberen

und unteren Enden Schlittenschenkelteile 25 mit Führungsausnehmungen 26 von an die Führungsquerstangen 19 angepaßter Querschnittsform nach hinten ragen und die Führungsquerstangen 19 unten und oben übergreifen und hintergreifen. Zur Feststellung in der eingestellten Verstellposition der Fräsarmvorrichtung 15 wird der Hydraulikzylinder 18 hydraulisch blockiert.

Das Basisgelenk 31 der Gelenkanordnung 5 ist zwischen dem Hilfsarm 11 und dem Führungsschlitten 21 angeordnet und zwar in dessen unterem Endbereich. Bei der vorliegenden Ausgestaltung sind zwei, einen horizontalen Querabstand voneinander aufweisende Hilfsarme 11a, 11b angeordnet, die in den seitlichen Endbereichen des Führungsschlittens 21 jeweils durch ein Basisgelenk 31a, 31b mit dem Führungsschlitten vertikal schwenkbar verbunden sind. Dem vertikalen Verschwenken dienen zwei Hydraulikzylinder 32, die jeweils mit ihrem einen Ende durch ein Gelenk 33 mit dem oberen Endbereich des Führungsschlittens 21 verbunden sind und mit ihrem anderen Ende durch ein Gelenk 34 mit dem anderen Endbereich des zugehörigen Hilfsarms 11a, 11b schwenkbar verbunden sind. Durch ein hydraulisches Aus- oder Einfahren ist somit der Hilfsarm 11 zwischen seiner in Fig. 1 dargestellten oberen Schwenkendstellung und einer in Fig. 3 dargestellten unteren Schwenkendstellung wahlweise verstellbar und feststellbar.

Das Kniegelenk 37 der kniehebelförmigen Gelenkanordnung 5 verbindet vertikal schwenkbar das Basisende des Fräsarms 4 mit dem zugewandten Ende des Hilfsarms 11. Zum vertikalen Verstellen des Fräsarms 4 dient ein in der vertikalen Längsmittlebene 38 angeordneter oder zwei zu beiden Seiten der Längsmittlebene 38 angeordnete Hydraulikzylinder 39, die jeweils mit ihrem hinteren Ende durch ein Gelenk 41, mit dem hinteren unteren Endbereich des zugehörigen Hilfsarms 11a, 11b vertikal schwenkbar verbunden sind und mit ihrem anderen Ende durch ein Gelenk 42, mit einem die Drehachse 37a des Kniegelenks 37 überragenden Hebelarm 43, des Fräsarms 4 vertikal schwenkbar verbunden sind.

Tragende Elemente des Fräsarms 4 sind ein Basisteil 45, das das fräsarm-seitige Gelenkteil des Basisgelenks 31 bildet und zwei seitliche Basisschenkel 46 aufweist, die durch eine kappenförmige Deckenwand 47 miteinander verbunden sind, und eine oder zwei, einen horizontalen Querabstand c voneinander aufweisende, hochkant angeordnete Armleisten 48a, 48b, die sich jeweils zwischen einem Kettenantriebsrad 49, das coaxial zur Kniegelenkachse 37a auf einer zugehörigen Antriebswelle 51 angeordnet ist und einem Umlenkkettenrad 52 am freien Ende des Fräsarms 4 erstrecken und an ihren Basisenden starr mit dem Basisschenkeln 46 des Basisteils 45 verbunden sind und somit mit diesem eine Schwenkeinheit bilden. An ihren oberen und unteren Längsrändern bilden die Armleisten 48a, 48b im einzelnen nicht dargestellte Führungen 55 für die mit den Fräswerkzeugen 13 bestückten Fräsketten 12.

Wie aus Fig. 2 zu entnehmen ist, sind auf beiden Seiten jeder Fräskette Fräswerkzeuge 13 in Abständen hintereinanderliegend befestigt, die sich in ihrer Form voneinander unterscheiden können und zwar sowohl im Vergleich der einen mit der anderen Seite und/oder im Vergleich mit in der Umlaufrichtung folgenden Fräswerkzeugen 13. In Fig. 2 sind die unterschiedlichen Fräswerkzeuge mit 13a bis 13g bezeichnet. Jedes Fräswerkzeug 13 besteht aus einem vertikalen Halteschenkel, mit dem es an der Fräskette 12 vorzugsweise lösbar befestigt ist, und einem davon seitlich nach innen oder

außen abstehenden Arbeitsschenkel, der bezüglich bestimmter Fräswerkzeug-Gruppen von spezifischer Form sein kann, wie es die vordersten Fräswerkzeuge 13 in Fig. 2 zeigen. Ein weiteres Merkmal der Fräswerkzeuge 13 besteht darin, daß die Befestigungsstellen auf der einen Seite der Fräskette 12 bezüglich den Befestigungsstellen auf der anderen Seite der Fräskette 12 in Umlaufrichtung U vorzugsweise mittig versetzt zueinander angeordnet sind, so daß Platz für aufeinanderzu gerichtete Frässchenkel vorhanden ist.

Die Umlaufrichtung U kann an der in die Vortriebsrichtung V weisenden Seite vorzugsweise nach unten (Fig. 3) oder nach oben gerichtet sein.

Bei den in Fig. 1 andeutungsweise dargestellt und mit 56 bezeichneten flexiblen Schlauchleitungen handelt es sich um Hydraulikleitungen, die sich von einer auf dem Aufbau 6 angeordneten Hydraulikpumpe zu dem oder den vorzugsweise hydraulischen Antriebsmotoren 53a, 53b für die Antriebswelle 51 erstrecken.

Vergleichbare, andeutungsweise dargestellte flexible Schlauchleitungen 60 erstrecken sich auch zu am Fräsarm 4 angeordneten Zuführungsleitungen 61 für das Bodenverfestigungsmittel, wobei die flexiblen Schlauchleitungen 60 zur Überbrückung der Gelenkanordnung 5 vorgesehen sind. Im dem Kniegelenk 37 vorgeordneten Bereich des Fräsarms 4 können die Zuführleitungen 61 als feste Rohrleitungen ausgebildet sein. Wie Fig. 1 und 2 zeigen, können die Zuführungsleitungen 61 an den Innen- und/oder Außenseiten der Armleisten 48a, 48b angeordnet und daran befestigt sein, wobei sie im weiteren außenseitig an der zugehörigen Armleiste 48a, 48b mit jeweils einer Auslaßöffnung 62 münden, die vorzugsweise nach außen gerichtet ist, jedoch auch in die Längsrichtung des Fräsarms 4 weisen kann. Sofern bei einem Fräsarm 4 mit zwei Armleisten 48a, 48b das Bodenverfestigungsmittel auch zwischen die Armleisten eingeführt werden soll, können Leitungszweige vorgesehen sein, die z. B. die Armleisten 48a, 48b in Querlöchern durchsetzen und an deren Innenseiten mit Auslaßöffnungen 62.1 ausmünden. Die Auslaßöffnungen 62, 62.1 befinden sich somit jeweils in einem sich zwischen dem Ober- und Untertrum der Fräswerkzeuge 13 erstreckenden Freiraum, der außenseitig der zugehörigen Armleiste 48a, 48b mit 63a und innenseitig mit 63b bezeichnet ist.

Die Auslaßöffnungen 62, 62.1 befinden sich im Bereich der vorderen Hälfte des Fräsarms 4, vorzugsweise im freien Endbereich des Fräsarms 4. Bei der vorliegenden Ausgestaltung sind jeweils zwei weitere Auslaßöffnungen 62a, 62b, 62.1a, 62.1b im Bereich der unteren bzw. vorderen Hälfte des Fräsarms 4 verteilt angeordnet, wobei sich die dem freien Ende des Fräsarms 4 am entferntesten angeordnete Auslaßöffnung 62b, 62.1b im mittleren Bereich der Länge L des Fräsarms 4 bzw. im mittleren Bereich der maximalen Eintauchtiefe T befindet und die beiden weiteren Auslaßöffnungen 62, 62a, 62.1a auf dem übrigen Bereich nach Fräsarmhälfte verteilt angeordnet sind. Dabei können die Auslaßöffnungen — in der Seitenansicht gesehen — in mittlerer Position bezüglich des Fräsarms 4 bzw. der Armleisten 48a, 48b angeordnet sein. Vorzugsweise sind die Auslaßöffnungen insbesondere im unteren Bereich bezüglich der Mittelachse 64 in der Vortriebsrichtung V, d. h. nach vorne, um das Maß d versetzt angeordnet, wobei das Maß d sich mit größer werdendem Abstand vom freien Ende des Fräsarms 4 geringer sein kann. Diese Ausgestaltung führt zu einer besseren Verminderung und einem geringeren Kraft- und Energieaufwand für den



Werkzeugantrieb und somit auch für den Vertrieb und sie trägt auch dem Innendruck des mit dem Bodenverfestigungsmittel zu vermischenden Bodens Rechnung, der in der unteren Tiefenhälfte, insbesondere im unteren Bereich des Fräsarms 4 am größten ist, und wo auch der größte Arbeitsdruck entsteht.

Sofern mehrere Auslaßöffnungen 62 vorgesehen sind, ist es vorteilhaft, jede Auslaßöffnung oder jedem nach außen und nach innen gerichteten Auslaßöffnungspaar 62, 62.1; 62a, 62.1a; 62.b, 62.1b einen eigenen Zuführungsleitungsweig 61a, 61b, 61c zuzuordnen, die sich als separate Zuführungsleitungen von einem Vorrat oder von einer Aufbereitungsvorrichtung des Bodenverfestigungsmittels erstrecken können oder von einer im Basisbereich des Fräsarms 4 angeordneten gemeinsamen Zuführungsleitung abzweigen können. Eine Aufbereitungsvorrichtung für das Bodenverfestigungsmittel ist in Fig. 2 andeutungsweise dargestellt und mit 65 bezeichnet. Hierbei kann es sich z. B. um eine Mischvorrichtung zum Mischen einer z. B. aus Ton oder Zement bestehenden Trockensubstanz mit Wasser zu einem flüssigen Bodenverfestigungsmittel handeln. Die Fördermenge der Zuführungs- bzw. Aufbereitungsvorrichtung 7, 65 ist vorzugsweise einstellbar so an die Vortriebsgeschwindigkeit der Vorrichtung 1 angepaßt oder anzupassen, daß der abgelöste Boden und die Suspension ein Gemisch mit der Konsistenz eines Breies, insbesondere eines dicken Breies, bilden. Die Einstellbarkeit ist durch ein Fördermengen-Einstellventil 66 in einer in Fig. 1 andeutungsweise dargestellten Zuführungsleitung 60 verdeutlicht.

Wie insbesondere aus Fig. 1 zu entnehmen ist, ist der Aufbau 6 bezüglich des Fahrgestells 2 und der Fahrkettenanordnungen 3 nach vorne versetzt, wobei er letztere überragt. Hierdurch wird einem Kippmoment entgegengewirkt, das im Funktionsbetrieb vom Fräsarm 4 ausgeht aufgrund dessen das Fahrgestell 2 überragenden Stellung.

Es ist zwecks Verbesserung der Steuer- bzw. Lenkbarkeit der Vorrichtung 1 vorteilhaft, den Steuerplatz 8, hier in Form einer Fahrerkabine, horizontal und quer soweit verstellbar und zumindest in seinem Endstellungen feststellbar anzuordnen, daß der sich am Steuerplatz 8 befindliche Steuermann die eine und/oder andere Seitenflucht des Fräsarms 4 gut in seiner Sichtrichtung hat. Diese Verstellbarkeit des Steuerplatzes 8 ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Fräsarm 4 seitlich verstellbar ist, wie es vorbeschrieben ist. Bei der vorliegenden Ausgestaltung ist der Steuerplatz 8 über die Seitenflächen der Vorrichtung 1 hinaus verstellbar, um dem Steuermann jeweils eine Sichtrichtung in etwa längs den Seitenflächen der Vorrichtung 1 zu ermöglichen, in deren Bereich der Fräsarm 4 wie vorbeschrieben verstellbar ist. Die zugehörige Einstellvorrichtung ist mit 67 bezeichnet. Sie umfaßt eine horizontale Querführung 68, an der eine den Steuerplatz 8 bildende bzw. die Fahrerkabine tragende Basis 69 mittels einer nur andeutungsweise dargestellten Stellvorrichtung 71 mit einem Antriebsmotor 72 verstellbar und in den eingestellten Positionen feststellbar ist. Die Querführung 68 umfaßt vorzugsweise zwei übereinander angeordnete Querführungsschienen 73, 74, die am zugehörigen Ende des Aufbaus 6 vorzugsweise an dessen oberen und unteren Rand angeordnet sind und an denen dem Steuerplatz zugehörige Führungsschlitten 75, 76 geführt sind. Wie bereits bei der Einstellvorrichtung 16 kann auch bei der Einstellvorrichtung 67 im jeweils zugehörigen Antriebsmotor ein Übersetzungsgetriebe z. B. in

Form eines Seilzugs oder Zahnstangentriebs zugeordnet sein. Es läßt sich mit einem verhältnismäßig geringen Antriebsweg ein großer Verstellweg erreichen, was insbesondere für einen Hydraulikzylinder als Antriebsmotor aus konstruktiven Gründen wichtig ist.

Ein am Steuerplatz 8 vorgesehener Sitz 77 ist drehbar und in einer in die der Vortriebsrichtung V entsprechenden Fahrtrichtung weisenden Stellung oder in einer in die entgegengesetzte Richtung weisenden Stellung feststellbar.

Im folgenden wird die allgemeine Funktion der Vorrichtung 1 beschrieben.

Die Vorrichtung 1 ermöglicht eine Verfestigung des Bodens durch ein Auflockern des Bodens mit dem Fräsarm 4 und durch ein gleichzeitiges Zuführen des Bodenverfestigungsmittels, wobei der Boden im Bereich des Fräsarms 4 vermischt wird und deshalb weder weggeführt noch zurückgeführt zu werden braucht. Insofern funktioniert die Vorrichtung 1 prinzipiell nach dem eingangs bereits beschriebenen Baumischverfahren (mixed-in-place). Im einzelnen unterscheidet sich die Vorrichtung 1 jedoch durch folgende Merkmale.

Das Bodenverfestigungsmittel wird etwa im Bereich der unteren Hälfte der Eintauchtiefe T in den von den umlaufenden Fräswerkzeugen 13 begrenzten Raum 63a, 63b unter Druck eingeführt, wo eine intensive Vermischung des gelösten Bodens mit dem Bodenverfestigungsmittel stattfinden kann. Ein Transport der abgelösten Bodenteile zur Bodenoberfläche ist nicht erforderlich. Deshalb brauchen auch die Fräswerkzeuge 13 keine nennenswerten Förderleistungen in Umlaufrichtung der Fräswerkzeuge 13 auszuführen, sondern vorzugsweise eine Querverlagerung des abgelösten Bodens, wobei die Vermischung mit dem Verfestigungsmittel stattfindet. Hierdurch erhält der Boden die Konsistenz eines Breies, insbesondere eines dicken oder steifen Breies, der den von den umlaufenden Fräswerkzeugen 13 umgrenzten Raum 63a, 63b im wesentlichen ausfüllt und beim Vortrieb in die Vortriebsrichtung V nach hinten herauswandert, wobei neuer abgelöster Boden in den Raum gelangt und vermischt wird. Beim Vortrieb in die Vortriebsrichtung V erfolgt dies kontinuierlich, so daß hinter dem Fräsarm 4 im wesentlichen kein Grabenfreiraum entsteht. Deshalb trägt das Gemisch 9a vorzüglich zur seitlichen Abstützung des im Bereich des Fräsarms 4 vorhandenen Fräsloches bei und es werden Einbrüche der Seitenwände des Fräsloches und dadurch hervorgerufene Setzungen wirksam vermieden. Auf diese Weise lassen sich sowohl lokale Bereiche des Bodens im Sinne von etwa vertikalen Säulen verfestigen als auch durch den Vortrieb in die Vortriebsrichtung V geschaffene etwa vertikale Bodenstreifen.

Für geringere Eintauchtiefen T kann der Fräsarm 4 mit nur einer Armleiste 48 ausgeführt werden, weil geringere Belastungen auf ihn wirken. Eine solche Ausgestaltung mit nur einer umlaufenden Fräskette 12 an der Armleiste 48 ist in Fig. 6 in einer der Fig. 2 entsprechenden Draufsicht dargestellt. Bei einer solchen Ausgestaltung entfällt der zwischen zwei Armleisten vorhandene Raum 63b. Es sind zu beiden Seiten der Armleiste 48 zwei Räume 63a vorhanden, in die durch zugeordnete Zuführungsleitungen 61 das Bodenverfestigungsmittel zugeführt wird.

Es ist auch vorteilhaft, durch die vorhandenen Zuführungsleitungen 61 oder durch besondere Zuführungsleitungen feste Zuschlagstoffe in die die beiden seitlichen Räume 63a und den ggf. vorhandenen mittleren Raum 63b (Mischräume) einzuführen. Hierbei kann es sich

z. B. um Sand, Kies oder Schotter handeln. Hierdurch kann die Festigkeit des verfestigten Bodens verbessert werden. Diese Maßnahmen eignen sich insbesondere dann, wenn der Boden schlechthin setzungsbereit ist oder das Verhältnis der Höhe des zu verfestigenden Bodenstreifens zur Höhe bzw. Dicke der setzungsbereiten Schicht groß ist, d. h. wenn die Dicke der setzungsbereiten Schicht so groß ist, daß der aus dem Material der setzungsbereiten Schicht und des übrigen Bodenmaterials vermischte Boden setzungsbereit bleibt. Dies wäre z. B. dann der Fall, wenn eine Torfschicht verhältnismäßig großer Dicke zu verfestigen wäre. Hierbei verbessern die Zuschlagstoffe das Verhältnis des nicht setzungsbereiten Materials zum setzungsbereiten Material. Die Zuführung von Schotter als Zuschlagstoff eignet sich insbesondere für die Sanierung von Bahnschienenstrecken, da in diesem Bereich Schotter vorhanden ist und ggf. verwertet werden kann, der andernfalls abtransportiert werden müßte. Somit ermöglicht die Erfindung auch die Verwertung von festen Zuschlagstoffen, bei denen es sich auch um Abfallstoffe handeln kann.

Bei der Verfestigung einer setzungsbereiten Schicht ist es deshalb vorteilhaft, das Bodenverfestigungsmittel und den Zuschlagstoff in den Bereich der setzungsbereiten Schicht einzuführen.

Sofern die Materialzugabe (Bodenverfestigungsmittel und ggf. Zuschlagstoffe) das Bodenvolumen wesentlich vergrößert, ist dieser überschüssige Teil des Bodens abzuführen.

Wie insbesondere Fig. 2 und 6 bis 11 zeigen, bei denen gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, bestehen die Fräswerkzeuge 13 jeweils aus einem vertikalen Halteschenkel 81 und einem Arbeitsschenkel 82. Der Halteschenkel 81 weist zwei Löcher 83 auf, mit denen er durch einen oder zwei der Löcher 83 durchfassende Kettengelenkbolzen 84 an die zugehörige Kettengliedlasche 12a bzw. an ein oder zwei einander benachbarte Kettengelenke 85 des Kettengliedes 12b lösbar verschraubt ist. Wie bereits aus Fig. 2 und 6 zu entnehmen ist, sind an beiden Seiten der einzigen Fräskette 12 oder beider Fräsketten 12 Fräswerkzeuge 13 in Umlaufrichtung U versetzt zueinander angeordnet. Dabei ist jeweils der Arbeitsschenkel 82 bezüglich des Halteschenkels 81 nach innen oder nach außen abgewinkelt oder abgebogen, wobei der jeweilige Winkel W1, W2 90° betragen kann oder von diesem Winkel abweichen kann, z. B. einen stumpfen Winkel W2 von z. B. etwa 135° oder einen spitzen Winkel einschließen kann. Die Länge L3 der Arbeitsschenkel 82 ist bei einer Ausrichtung nach innen so groß bemessen, daß sie etwa in der vorhandenen vertikalen Längsmittlebene 38 enden. Dabei kann die Länge L3 bei ihrer Ausrichtung nach innen oder außen gleich sein. Zwischen der Fräskette 12 und den Arbeitsschenkeln 82 ist ein Abstand e vorhanden, der gleich oder von Werkzeug 13 zu Werkzeug 13 unterschiedlich sein kann.

Wie aus den Fig. 2, 6 und 9 zu entnehmen ist, können die in die Umlaufrichtung U weisenden Stirnflanken 86 mit der Umlaufrichtung U einen rechten, einen spitzen oder einen stumpfen Winkel einschließen. Vorzugsweise schließen die Stirnflanken 86 einen stumpfen Winkel von etwa 95 bis 125° ein. Diese Winkel W3 können in der Umlaufrichtung U von Fräswerkzeug 13 zu Fräswerkzeug 13 konstant oder unterschiedlich sein.

Des weiteren können auch auf eine oder beiden Seiten der Kette oder der Ketten 12 Fräswerkzeuge 13 vorgesehen sein, die jeweils einen Arbeitsschenkel 87 aufweisen, der sich — nicht wie bei den vorgenannten

Ausgestaltungen in der Projektion in Umlaufrichtung U erstreckt — sondern eine nach außen gerichtete Neigung 88 aufweist, die mit der Umlaufrichtung U einen spitzen Winkel W4 von vorzugsweise etwa 5° bis 45° einschließt. Ein solcher Arbeitsschenkel 87 kann bezüglich der Umlaufebene bzw. vertikalen Mittlebene 38 den zugehörigen Gelenkachsen einen Winkel W5 zwischen etwa 0° bis 90° einschließen. Wie Fig. 9 und 11 zeigen, bewirkt ein solches Werkzeug 13 mit seiner Neigung 88 eine quer nach außen gerichtete Verlagerung des abgelösten Bodens. Hierdurch wird die Vermischung gefördert und außerdem das Gemisch im Bereich der Kette 12 gelockert und der Lauf der Kette 12 erleichtert. Der Abstand e1 ist vorzugsweise kleiner als e. Die Teile 81a und 87 der Werkzeuge 13 auf der anderen Kettenseite sind spiegelbildlich angeordnet.

Es ist außerdem vorteilhaft, betreffende, in der Umlaufrichtung einander unmittelbar oder mittelbar folgende Fräswerkzeuge 13 bezüglich des Abstands e und/oder e1 und/oder der Winkel W1 und/oder W2 und/oder W3 und/oder der Länge L3 unterschiedlich, vorzugsweise progressiv auszubilden. Hierdurch werden die Arbeitsbelastung und der Verschleiß auf die Werkzeuge 13 verteilt.

Im Gegensatz zu bekannten Grabenfräsen, bei denen den Fräswerkzeugen die wesentliche Funktion des Transports des abgelösten Bodens zur Bodenoberfläche zukommt, ist es der überwiegende Zweck der erfindungsgemäßen Fräswerkzeuge 13, den Boden abzulösen und zu mischen, wobei auch eine Zerkleinerung des Bodens stattfindet.

Vorzugsweise sind die Arbeitsschenkel aller Werkzeuge 13 einstückig gebogen, wobei beim Vorhandensein des Arbeitsschenkels 87 ein besonderer, z. B. sich schräg erstreckender Halteschenkel 81a vorhanden sein kann, der sich von der Oberkante der Fräskette 12 schräg erstreckt.

Bei den Fräswerkzeugen 13a bis 13g handelt es sich um typische Verschleißwerkzeuge. Es ist deshalb vorteilhaft, die Fräswerkzeuge 13 insgesamt aus verschleißfestem Material, z. B. legiertem Stahl herzustellen oder wenigstens die Stirnflanken 86 mit einem verschleißfesten Material zu belegen. Eine kostengünstige und wirtschaftliche Maßnahme besteht darin, an den Stirnflanken 86 einen Auftrag 89 aus verschleißfestem Material aufzubringen, z. B. in Form einer Schweißnaht.

Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 12 und 13, bei der gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, wird die erfindungsgemäße Einrichtung 1 dazu eingesetzt, eine Fahrbahn- oder Bahnschienenstrecke 91 zu sanieren, unter der sich eine Bodenschicht 92 unzureichender Festigkeit, z. B. eine Torfschicht, in einer Tiefe T von beim vorliegenden Ausführungsbeispiel bis zu etwa 5 m befindet. Auch ein solcher Boden läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Einrichtung 1 vorzüglich sanieren. Hierzu wird der anstehende Boden 9 im Sinne des vorbeschriebenen Ausführungsbeispiels auf einer Breite A oder A + A1 behandelt und verfestigt, die gleich oder größer der Breite der Bahnstrecke 91 ist. Dabei wird der anstehende Boden 9 nach Demontage des Gleises 93 wenigstens bis auf den Grund oder etwas tiefer der labilen Bodenschicht 92 im erfindungsgemäßen Sinne behandelt. Diese Behandlungsmaßnahmen können in mehreren Streifen erfolgen, damit die Vorrichtung 1 nicht so breit wie erforderlich gebaut werden muß. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine zwei- oder mehrgleisige Bahnschienenstrecke 91 vor-



handen, deren zwei Gleise mit 93 und 94 bezeichnet sind. In einem solchen Fall ist es vorteilhaft, zunächst den Boden unter einem Gleis, hier dem Gleis 83 zu sanieren, so daß der Zugverkehr auf dem anderen Gleis 94 aufrechterhalten werden kann. Die Sanierung erfolgt dabei etwa bis zur vertikalen Längsmittlebene 95 der Bahnschienenstrecke 91. Sofern in mehreren Schichten, z. B. in vier Schichten S1 bis S4, gearbeitet wird, ist es vorteilhaft, zunächst mit der äußeren Schicht S1 zu beginnen und dann nacheinanderfolgend in den Schichten S2 bis S4 fortzufahren und im Bereich der Längsmittlebene 95 zu enden. Hierdurch wird der Boden unter dem anderen Gleis 94 besser abgestützt, als wenn zunächst mit der Schicht S4 begonnen werden würde, was natürlich auch möglich ist.

Nach Abschluß der Bodenverfestigung in dem Bereich A wird nach Aufbringung eines üblichen Gleisunterbaus 93a das Gleis 93 wieder montiert. Dann kann der Boden im anderen Gleisbereich A1 in entsprechender Weise saniert werden.

Die Bodenverbesserung kann während der vorgegebenen Zugpausen ausgeführt werden. Dabei ist es möglich und vorteilhaft, durch die Verwendung eines schnell abbindenden Verfestigungsmittels oder durch entsprechende Zusätze die Bodenverfestigung zeitlich so auf den Zugverkehr abzustimmen, daß gegen Ende einer Zugpause der behandelte Boden bereits eine ausreichende Festigkeit besitzt um insbesondere bei der am nächsten liegenden Schicht S4 eine ausreichende seitliche Abstützung zu bieten.

Die Längen L2 des in der jeweils in Vortriebsrichtung V durchgeführten Arbeitstaktes kann nach Belieben festgelegt werden.

Die Festigkeitswerte des verbesserten Bodens sind mit denjenigen eines Magerbetons vergleichbar. Durch Zugabe von Schnellbinder ist die Abbindezeit insbesondere in Anpassung an den Zugverkehr bestimmbar. Die erreichten Festigkeiten des verbesserten Bodenmaterials können nachträglich an Kernproben geprüft werden. Auch die Durchlässigkeit ist nachprüfbar.

Ein wesentlicher Unterschied zur bekannten Schlitzwandherstellung ist bei der Erfindung das Verbleiben des Bodens im Schlitzbereich, der eine Vermischung und Durchtränkung an Ort und Stelle erfährt. Ein seitliches Eindringen des anstehenden Bodens in das noch nicht abgebundene Bodengemisch 9a ist vernachlässigbar gering, und zwar wegen der breiigen Konsistenz und der kurzfristigen Abbindezeit. Außerdem ist bei einer Bodenverfestigung in Streifen bei den Streifen S2 bis S4 jeweils nur eine "freie" Seite vorhanden, in denen eine seitliche Beanspruchung besteht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bodenverfestigung unter Verwendung einer sich in einer Arbeitsrichtung vorbewegbaren Vorrichtung (1) mit einem Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) an einer endlosen Fräskette (12) befestigt sind, die in der Längsrichtung des Fräsarms (4) umlaufend antreibbar ist, bei dem mittels einer Zuführungsleitung (61) ein Bodenverfestigungsmittel in den Bereich der umlaufenden Fräswerkzeuge (13) zugeführt und mit dem abgelösten Boden zu einem hinter dem Fräsarm (4) verbleibenden Gemisch vermischt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfestigungsmittel im Bereich der unteren Hälfte des Fräsarms (4) oder im unteren Bereich des Fräsarms (4) in dem von den

umlaufenden Fräswerkzeugen (13) umgrenzten Raum (63a, 63b) eingeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein flüssiges oder pastöses Verfestigungsmittel in einer solchen Menge zugeführt wird, daß das Bodengemisch (9a) die Konsistenz eines Breies, insbesondere eines steifen Breies hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung eines trockenen, granulater oder pulverförmigen Verfestigungsmittels.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfestigungsmittel an mehreren, z. B. drei übereinander angeordneten Stellen zugeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfestigungsmittel zwischen vortriebsseitig sich aufwärts oder abwärts bewegenden Fräswerkzeugen (13) eingeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Verfestigung einer unterirdischen setzungsbereiten Schicht (82) eingesetzt wird.

7. Verfahren, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Verfestigung einer ein- oder mehrspurigen Fahrbahn oder einer ein- oder mehrgleisigen Bahngleisstrecke (81, 83, 84) eingesetzt wird, wobei bei einer Sanierung einer Bahngleisstrecke mit bereits vorhandenen Gleisen (83 und/oder 84) das oder die Gleise (83, 84) vorher demontiert wird bzw. werden.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenverfestigung einer bestimmten Bereichsbreite (A, A1) in mehreren nacheinander folgenden Streifen (S1 bis S4) geringerer Breite in gleicher oder entgegengesetzter Vortriebsrichtung (V) erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer zwei- oder mehrgleisigen Bahngleisstrecke (83, 84) zunächst nur ein Gleis (83) montiert und darunter der Boden während der Aufrechterhaltung des Betriebs auf dem anderen Gleis (84) durchgeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenverbesserung während der Zugpausen durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbindezeit des Verfestigungsmittels (6) durch darin eingemischte Abbindemittel so bestimmt wird, daß der Boden am Ende einer Zugpause hinreichend abge bunden hat.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifen (S1 bis S4) in einer bezüglich des benachbarten Gleises (84) in einer von außen nach innen gerichteten Reihenfolge verfestigt werden.

13. Vorrichtung (1) zur Bodenverfestigung, mit

— einem in den Boden (9) einsinkbaren Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) an einer Fräskette (12) befestigt sind, die in der Längsrichtung des Fräsarm (4) umlaufend antreibbar ist,

— und mit einer Zuführungsleitung (61) für ein Bodenverfestigungsmittel, die in den Bereich der umlaufenden Fräswerkzeuge mit einer Auslaßöffnung (62) mündet, oder Vorrichtung

zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Auslaßöffnung (62) im Bereich der unteren Hälfte des Fräsarms (4) im unteren Bereich bzw. freien Endbereich des Fräsarms (4) in dem von den umlaufenden Fräswerkzeugen (13) umgrenzten Raum (63a, 63b) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß je nach der Länge (L) des Fräsarms (4) mehrere, insbesondere zwei, drei oder vier Auslaßöffnungen (62, 62.1; 62a, 62.1a; 62b, 62.1b) in der Längsrichtung des Fräsarms (4) hintereinanderliegend angeordnet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßöffnungen (62, 62.1; 62a, 62.1a; 62b, 62.1b) auf dem Bereich der unteren Hälfte oder der unteren Zweidrittel des Fräsarms (4) verteilt angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die dem freien Ende des Fräsarms (4) nächst gelegene Auslaßöffnung (62, 62, 62.1) um ein Maß (d) in die Vortriebsrichtung (V) versetzt ist.

17. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführungsleitung (61) die Umlaufspur der Fräswerkzeuge (13) seitlich umgeht.

18. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführungsleitung (61) sich im dem freien Ende des Fräsarms (4) abgewandten Endbereich des Raumes (63a, 63b) in diesen Raum (63a, 63b) hinein erstreckt und darin weiter zum freien Ende des Fräsarms (4) hin verläuft.

19. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß sich zu jeder Auslaßöffnung oder jedem Auslaßöffnungspaar (62, 62.1; 62a, 62.1a; 62b, 62.1b) ein Zuführungsleitungszweig (61a, 61b, 61c) erstreckt.

20. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fräsarm (4) einen oder insbesondere größere Längen (L) des Fräsarms (4) zwei einen Querabstand (C) voneinander aufweisende leistenförmig langgestreckte, hochkant angeordnete Holme (48a, 48b) aufweist, deren Schmalseiten Führungen (55) für eine oder zwei Fräsketten (12) bilden.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Auslaßöffnungen oder die Auslaßöffnungen (62, 62.1; 62a, 62.1a; 62b, 62.1b) in die beiderseits des Holmes (48) oder außenseitig von den Holmen (48a, 48b) vorhandenen, von den umlaufenden Fräswerkzeugen (13) begrenzten Räume (63a) münden.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere, insbesondere zwei, drei oder vier Auslaßöffnungen oder Auslaßöffnungspaare (62.1, 62.1a, 62.1b) in den zwischen den Holmen (48a, 48b) vorhandenen Raum (63b) münden.

23. Vorrichtung zur Bodenverfestigung, mit — einem in den Boden (9) einsenkbaaren Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) in einer aufrechten, sich in der Vortriebsrichtung (V) erstreckenden Ebene umlaufend angeordnet sind oder Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der Fräsarm (4) horizontal und quer zur Vortriebsrichtung (V) durch eine Einstellvorrichtung (16) mit einem Antrieb (18) verstellbar und in der jeweiligen Verstellposition feststellbar am Fahrgestell (2) gelagert ist.

24. Vorrichtung zur Bodenverfestigung, mit — einem in den Boden (9) einsenkbaaren Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) in einer aufrechten, sich in der Vortriebsrichtung (V) erstreckenden Ebene umlaufend angeordnet sind oder Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der Fräsarm (4) durch eine lösbare Verbindungsvorrichtung mit dem Fahrgestell (2) verbunden ist.

25. Vorrichtung zur Bodenverfestigung, mit — einem in den Boden (9) einsenkbaaren Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) in einer aufrechten, sich in der Vortriebsrichtung (V) erstreckenden Ebene umlaufend angeordnet sind oder Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Fräsarme (4) vorgesehen sind, die vorzugsweise unterschiedlich, insbesondere von unterschiedlicher Länge, sind, die wahlweise mit dem Fahrgestell (2) verbindbar sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbindung des Fräsarms (4) mit dem Fahrgestell (2) eine Steck-Verbindungsvorrichtung vorgesehen ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Fräsarm (4) durch ein Ein- oder Aufstecken von der Seite her mit dem Fahrgestell (2) verbindbar ist.

28. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsvorrichtung eine Führungsquerschiene aufweist, auf die der Fräsarm (4) aufschiebbar ist.

29. Vorrichtung zur Bodenverfestigung, mit — einem Fräsarm (4), an dem Fräswerkzeuge (13) in einer aufrechten, sich in der Vortriebsrichtung (V) erstreckenden Ebene umlaufend angeordnet sind, — und einem Steuerplatz (8) für einen Steuermann, oder Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerplatz (8) durch eine Einstellvorrichtung (67) horizontal und quer zur Vortriebsrichtung (V) verstellbar und in der jeweiligen Verstellposition feststellbar ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der vorzugsweise als Fahrerkabine ausgebildete Steuerplatz am dem Fräsarm (4) abgewandten Ende eines Aufbaus (6) des Fahrgestells (2) angeordnet ist.

31. Vorrichtung, insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an einer oder beiden Seiten der Fräskette (12) oder der Fräsketten (12) Fräswerkzeuge (13) vorzugsweise lösbar befestigt sind, von denen wenigstens einige nach außen und/oder nach innen abstehende Arbeitsschenkel (82; 87) aufweisen.

32. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von den in

Umlaufrichtung (U) hintereinanderliegend angeordneten Fräswerkzeugen (13) zwei oder mehrere Fräswerkzeuge unterschiedliche Formen aufweisen.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31 oder 32 dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsschenkel (82) an einem vertikalen Halteschenkel (81) angeordnet ist, der ein oder zwei Löcher (83) aufweist und durch einen oder zwei benachbarte Kettengliedbolzen (84) an einer Kettenlasche (12a) verschraubt ist. 5 10

34. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Halteschenkel (81) und der Arbeitsschenkel (82) einen spitzen Winkel oder einen rechten Winkel (W1) oder einen stumpfen Winkel (W2) einschließen, der bezüglich der Fräskette (12) nach außen oder innen offen ist. 15

35. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsschenkel (82) einstückig mit dem Halteschenkel (81) verbunden ist und vorzugsweise abgebogen ist. 20

36. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die an der einen Seite der Fräskette (12) befestigten Fräswerkzeuge (13) bezüglich der an der anderen Seite der Fräskette (12) befestigten Fräswerkzeuge (13) in der Umlaufrichtung (U) versetzt zueinander angeordnet sind. 25

37. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Fräswerkzeuge (13) einen Arbeitsschenkel (87) aufweisen, der in der Umlaufrichtung (U) konvergent angeordnet ist. 30

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Arbeitsschenkel (87) vertikal oder seitlich nach innen geneigt erstreckt. 35

39. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitsschenkel (87) wenigstens teilweise bezüglich des Halteschenkels (81) nach innen versetzt angeordnet ist und durch einen nach innen gebogenen Abschnitt des Halteschenkels (81) mit letzterem verbunden ist. 40

40. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in die Umlaufrichtung (U) weisenden Stirnkanten (86) der Arbeitsschenkel (82) mit der Umlaufrichtung (U) einen rechten oder stumpfen Winkel (W3) einschließen. 45

41. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (e und/oder e1) und/oder die Länge (L3) und/oder der Winkel (W1 und/oder W2 und/oder W3 und/oder W4 und/oder W5) der Arbeitsschenkel (82; 87) von in der Umlaufrichtung (U) einander folgenden Fräswerkzeugen (13) unterschiedlich und vorzugsweise progressiv ist. 50 55

42. Fräswerkzeug (13) für eine Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es ein oder mehrere der Merkmale der Ansprüche 31 bis 41 aufweist. 60

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

